

Talgatti, Maiara; Baldin, Talita; Santini, Elio José; Marques Menezes, Walmir; Susin, Felipe; Argenta Vidrano, Bibiana Regina

Tratamentos térmicos e secagem da madeira serrada de uva-do-Japão

Revista Brasileira de Ciências Agrárias, vol. 11, núm. 3, 2016, pp. 224-229

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Pernambuco, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=119047705012>

## Tratamentos térmicos e secagem da madeira serrada de uva-do-Japão

Maiara Talgatti<sup>1</sup>, Talita Baldin<sup>1</sup>, Elio José Santini<sup>1</sup>, Walmir Marques Menezes<sup>1</sup>,  
Felipe Susin<sup>1</sup>, Bibiana Regina Argenta Vidrano<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Departamento de Ciências Florestais, Av. Roraima, 1000, Camobi, CEP 97105-900, Santa Maria-RS, Brasil.  
E-mail: maiara.talgatti@hotmail.com; talita.baldin@hotmail.com; santini@uol.com.br; walmirmenezessm@hotmail.com; felipets\_86@yahoo.com.br; bibianaargenta@gmail.com

### RESUMO

A pesquisa objetivou verificar a influência de tratamentos térmicos na taxa de secagem e qualidade da madeira de uva-do-Japão (*Hovenia dulcis* Thunb.). Foram colhidas quatro árvores de 25 anos de idade com diâmetro a altura do peito médio de 39,5 cm e altura comercial média de 10 m, transformadas em amostras de 40 x 130 x 500 mm (espessura x largura x comprimento) e classificadas quanto à orientação radial e tangencial do material. Os tratamentos aplicados consistiram de aquecimento em água por 12 e 24 h, a 85 °C, e congelamento por 12 e 24 h, a -18 °C. Após o tratamento, a madeira foi submetida à secagem a 75 °C em estufa de convecção forçada até atingir 12% de teor de umidade. Os tratamentos de aquecimento e congelamento influenciaram na taxa de secagem, uma vez que o primeiro diminuiu o processo de secagem, enquanto o segundo, o acelerou. O tratamento de congelamento a 24 h com as amostras orientadas no sentido tangencial apresentou maior taxa de secagem em relação aos demais. Os tratamentos foram não significativos para a redução de contrações nas amostras em largura, espessura e comprimento, já a contração volumétrica, foi significativamente mais elevada nas amostras aquecidas em água. A madeira de uva-do-Japão não apresentou rachaduras de topo ou de superfície em nenhum dos tratamentos considerados neste estudo.

**Palavras-chave:** aquecimento, congelamento, taxa de secagem

### *Heat treatments and drying lumber of Japanese raisin tree*

### ABSTRACT

The purpose of this study was ascertaining the influence of heat treatments in the drying rate and wood quality of Japanese raisin tree (*Hovenia dulcis* Thunb.). In order to do so, four trees with 25 years and average diameter at breast height of 39.5 cm and an average commercial height of 10 m, were harvested and transformed into samples of 40 x 130 x 500 mm (thickness x width x length), and classified as to the radial and tangential orientation of the material. The treatments consisted of heating in water by 12 and 24 h at 85 °C, and freezing by 12 and 24 h at -18 °C. Then, the lumber was subjected to drying at 75 °C in a forced convection greenhouse until reach 12% of final moisture content. The freezing and heating treatments have proven to be influential on the drying rate, since the first accelerated the drying process, whereas the other one decreased. The freezing treatment by 24 h with samples oriented in the tangential direction showed higher drying rate compared with the others. The treatments presented to be not significant for the reduction of the contractions in the samples related to width, thickness and length. However, the volumetric contraction was significantly higher in samples heated in water. The *Hovenia dulcis* wood did not show top or surface cracks in any of the treatments used in this study.

**Key words:** heating, freezing, drying rate

## Introdução

A procura por espécies florestais com potencial de fornecer madeira para substituir aquelas tradicionalmente comercializadas, tem sido constante nos últimos anos. Por outro lado, existe uma carência de informações em muitos aspectos relacionados à utilização dos recursos oriundos das florestas, estabelecendo-se assim, como primordial, o aperfeiçoamento e melhoria da qualidade dos produtos de origem florestal. Nesse cenário, para amenizar os defeitos da madeira e fornecer ao mercado produtos de qualidade desejável, o material deve passar por um processo de secagem natural ou artificial (Takeshita & Jankowsky, 2015).

Uma das operações mais importantes na indústria de transformação da madeira é a secagem. O conhecimento sobre técnicas que possibilitem diminuir seu tempo e, simultaneamente, preservar as características da madeira, são a chave para reduzir o consumo de energia no processo, acarretando na redução dos custos e alavancando os lucros. Além de que, a remoção da umidade até um teor adequado, irá minimizar os efeitos de movimentação dimensional, resultando em maior qualidade do material.

Os tratamentos térmicos têm sido estudados com o objetivo de reduzir o tempo de secagem e a incidência de defeitos na madeira. Choong et al. (1999) mencionam que a imersão em água quente possibilita a remoção ou redistribuição de alguns extrativos responsáveis pela alteração na estrutura interna da madeira, resultando no aumento do coeficiente de difusão e, consequentemente, no aumento da taxa de secagem. Ainda, conforme o autor, o banho em água quente, assim como a vaporização, modifica o comportamento da secagem.

Já o congelamento, segundo Cooper (1972), favorável à alteração da relação água-madeira, podendo acelerar o processo de secagem sem acrescentar defeitos ao material. Além disso, pode-se desenvolver um tratamento mais efetivo, quando for mais bem compreendida a relação de causa-efeito dentro do conjunto água-madeira submetido ao congelamento.

Para Glossop (1994), o efeito positivo ou negativo da aplicação de tratamento antecedente à secagem da madeira depende da sua intensidade e da espécie em questão. Novas pesquisas com outros procedimentos são necessárias para encontrar as condições de secagem que possibilitem reduzir o tempo, sem, contudo, aumentar a degradação da madeira.

*Hovenia dulcis* Thunb., popularmente conhecida como uva-do-Japão, produz madeira de ótima qualidade, razão pela qual algumas indústrias no Sul do País já vem executando plantios desta espécie, mesmo que em pequena escala, porém com bons resultados quanto a produtividade (Vivian et al., 2011). Comum em propriedades agrícolas brasileiras, essa espécie florestal é tolerante a geadas e possui usos múltiplos, tais como industrial, em móveis, pisos, paredes e armações, e graças a seu bom poder calorífico, no setor de energia (Selle et al., 2009).

Embora a espécie tenha apresentado boa aceitação no setor industrial madeireiro, a literatura carece de informações detalhadas sobre as melhores formas de secagem da madeira. Esse conhecimento é de importância para a indústria moveleira e para a construção civil, posto que, tais segmentos necessitam

realizar a remoção d'água do material para confecção das peças de madeira (Vivian et al., 2011).

Visto isto, o presente estudo tem por objetivo avaliar a influência dos tratamentos térmicos de aquecimento e congelamento na taxa de secagem e na qualidade da madeira serrada de uva-do-Japão (*Hovenia dulcis*).

## Material e Métodos

Foram utilizadas quatro árvores de uva-do-Japão (*Hovenia dulcis* Thunb.) com 25 anos de idade, diâmetro médio a altura do peito de 39,5 cm e altura comercial média de 10 m, provenientes de um povoamento existente no *Campus* da Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul. As toras foram desdobradas em tábuas de 40 mm de espessura, no Laboratório de Produtos Florestais da referida instituição. Depois dessa operação, as tábuas foram transformadas em amostras de 40 x 130 x 500 mm (espessura x largura x comprimento), e classificadas quanto à sua orientação radial e tangencial.

As amostras de madeira, radiais e tangenciais, foram submetidas a dois tratamentos; imersão em água quente, a 85 °C (durante 12 e 24 h) e congelamento, a -18 °C (durante 12 e 24 h). Adicionalmente, foram utilizadas amostras não submetidas aos tratamentos térmicos, consideradas como controle, constituindo, 10 tratamentos com quatro repetições.

O tratamento de imersão em água quente foi realizado em um tanque térmico dotado de um controle termostático de temperatura, que mantém a água a 85 °C, sendo essa aquecida por meio de resistências elétricas. No tratamento térmico de congelamento, as amostras foram acondicionadas em freezer.

A secagem foi realizada em estufa elétrica de laboratório, com dimensões internas de 0,8 x 0,6 x 1,0 m (largura x profundidade x altura), dotada de circulação de ar e controle termostático de temperatura. Em todos os casos, as amostras foram submetidas à secagem a 75°C, sendo esta temperatura considerada convencional.

Para determinar o teor de umidade inicial foram retiradas duas seções das extremidades de cada amostra, e verificadas as massas úmidas dos corpos de prova em balança digital com precisão 0,01 g, em seguida, levados à estufa de laboratório a  $103 \pm 2$  °C até obterem massa seca constante. O teor de umidade em base seca foi determinado pelo método gravimétrico, segundo a Norma Brasileira Regulamentadora - NBR 7190, Associação Brasileira de Normas Técnicas- ABNT (1997).

A média aritmética entre as duas seções foi considerada como sendo o teor de umidade inicial da amostra. O acompanhamento do teor de umidade da madeira foi realizado a partir de pesagens periódicas de quatro amostras de controle incluídas em cada tratamento. Convencionou-se como término do processo de secagem quando as amostras atingiram 12% de teor de umidade (Eq. 1).

$$Tua = \frac{Ma \times (Tui + 100)}{Mi} \times 100 \quad (1)$$

em que: Tua = Teor de umidade da madeira (%); Ma = Massa ou peso atual da madeira (g); Tui = Teor de umidade

inicial da madeira (%); e  $M_i$  = Massa ou peso inicial da madeira (g).

A massa úmida inicial das amostras foi obtida em balança digital de precisão igual a 0,01 g, enquanto as dimensões iniciais (largura x espessura x comprimento) foram tomadas com paquímetro digital, de precisão 0,01 mm. Depois de medidos e preparados, os corpos de prova foram levados à estufa convencional, com circulação forçada de ar, à temperatura de 75°C. Durante o ensaio de taxa de secagem acompanhou-se a perda de massa dos corpos de prova, em balança digital. A taxa de secagem foi determinada para cada uma das amostras, sendo considerada para a repetição, a média da unidade amostral (Eq. 2).

$$Ts = \frac{Qae}{Ae \times T} \quad (2)$$

em que:  $Ts$  = Taxa de secagem ( $\text{g cm}^{-2} \text{ h}$ );  $Qae$  = Quantidade de água evaporada (g);  $Ae$  = Área superficial da peça ( $\text{cm}^2$ ); e  $T$  = Tempo de secagem decorrido (h).

Para a mensuração da contração volumétrica total e da densidade básica, foram utilizados 10 corpos de prova, confeccionados com a porção das tábuas não utilizada no ensaio da taxa de secagem. A contração volumétrica total foi obtida de acordo com a Comisión Panamericana de Normas Técnicas - COPANT 30:1-005 (1971), porém, foram utilizadas amostras de 40 x 130 x 500 mm (espessura x largura x comprimento), e classificadas quanto à orientação radial e tangencial do material. Com os mesmos, determinou-se a densidade básica segundo orientação da COPANT 30:1:004 (COPANT, 1971).

A qualidade da madeira foi avaliada em função da incidência de defeitos de secagem, como rachaduras de topo e superfície. As rachaduras de topo foram avaliadas por meio da Eq. 3.

$$IRT = \left[ \frac{(I1 + I2 + I3 + \dots + In)}{L1} \right] \times 100 \quad (3)$$

em que:  $IRT$  = índice das rachaduras de topo (%);  $I1 + I2 + I3 + \dots + In$  = comprimento individual das rachaduras (mm);  $L1$  = comprimento total da peça (mm).

As rachaduras de superfície presentes nas amostras foram avaliadas visualmente, quanto ao comprimento e a largura, antes e após a realização da secagem, e quanto à presença ou ausência e seu comprimento na seção longitudinal. Posteriormente, as amostras foram classificadas de acordo com o sistema de notas proposto por Klitzke & Batista (2010).

Para a confecção dos gráficos apresentados, foram utilizadas as médias aritméticas dos tratamentos a partir de oito repetições. Para avaliação da taxa de secagem, contração e coeficiente de anisotropia, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado e os dados analisados por análise de variância, e quando foi detectada diferença significativa entre os tratamentos ( $F, p \leq 0,05$ ), as médias dos mesmos foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Já para a avaliação da taxa de secagem em função da orientação das amostras

(tangencial e radial) foi realizada a análise considerando um arranjo fatorial (5 tratamentos x 2 duas orientações). Anteriormente às análises, foram verificadas a homogeneidade das variâncias e a normalidade dos dados.

## Resultados e Discussão

As curvas de secagem dos tratamentos (Figura 1) relacionam o teor de umidade inicial da madeira, com o tempo de secagem decorrido até 12% de umidade. Pode-se observar que o tratamento de aquecimento por 24 horas obteve o maior tempo de secagem, já o menor, foi verificado no tratamento de congelamento por 12 horas, seguido da testemunha.

Resultados semelhantes foram anteriormente reportados por Vivian et al. (2010) ao aplicarem tratamentos de congelamento e aquecimento em água na madeira de *Hovenia dulcis*. Os autores constataram que o maior tempo de secagem foi proveniente dos tratamentos de 12 e 24 horas em aquecimento, seguidos da testemunha.

O teor de umidade inicial médio das amostras submetidas ao tratamento de aquecimento foi de 70,60%, ao passo que, as do congelamento foram de 49,64% e as testemunhas tiveram 47,65% de umidade inicial.

As amostras orientadas no sentido radial, de maneira geral, apresentaram maior tempo de secagem em relação às tangenciais (Figura 2). Ao utilizarem a temperatura de -87°C para o congelamento em gelo seco, Chen & Cooper (1974) demonstraram em seus estudos com *Juglans nigra* L., que este tratamento aumentou a permeabilidade radial, no entanto, o mesmo comportamento não foi verificado no sentido longitudinal.

A orientação da peça de madeira incide na movimentação da água no interior da mesma. Estudos realizados pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT (1985) reportam que, as tábuas de corte tangencial secam mais rapidamente do que as radiais, pois a posição dos raios em relação à espessura das mesmas favorece a retirada de umidade do interior da madeira. A movimentação mais rápida foi verificada para a espécie em estudo nas amostras com orientação radial.

As amostras tangenciais (Figura 2) tiveram menor tempo de secagem nos tratamentos de aquecimento 12 e 24 horas, congelamento 24 horas e testemunha, sendo superiores às

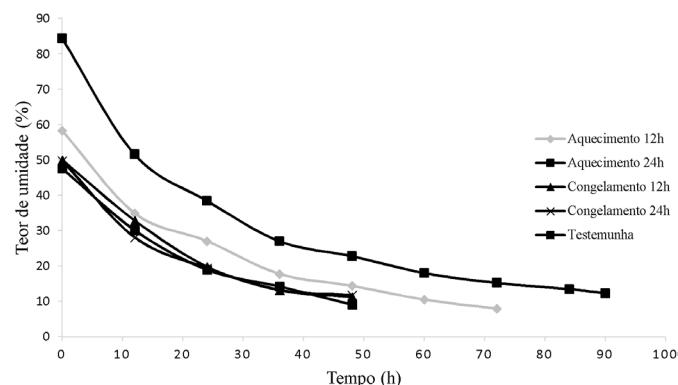


Figura 1. Curva de secagem com valores médios de teor de umidade das amostras da madeira de *Hovenia dulcis*

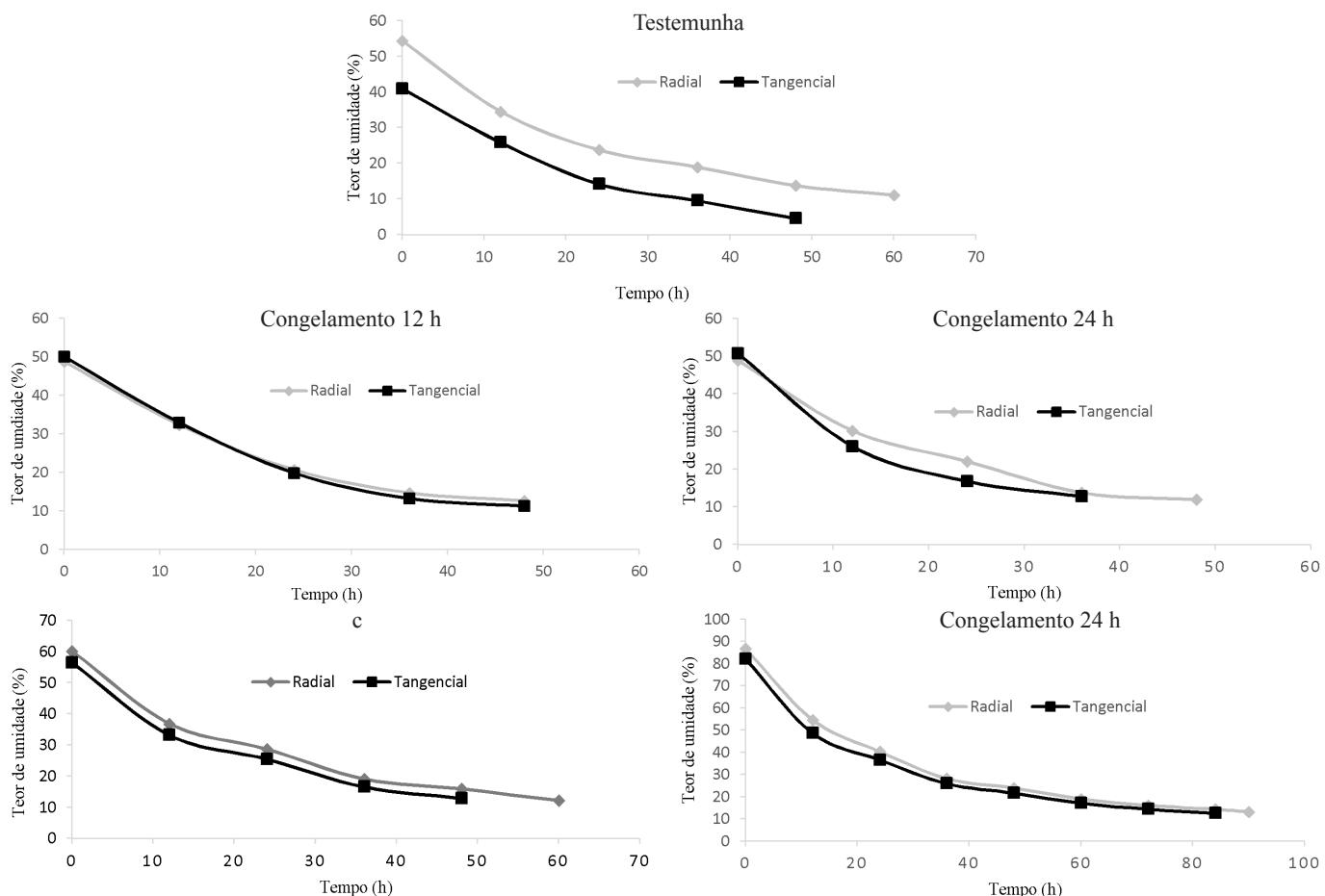


Figura 2. Curvas de secagem com valores médios das amostras da madeira de *Hovenia dulcis* orientadas radialmente e tangencialmente, nos diferentes tratamentos

radiais. Já no tratamento de congelamento a 12 horas, em que as radiais e tangenciais atingiram o teor de umidade de 12% ao mesmo tempo, as amostras tangenciais foram mais eficientes sendo superior às orientadas radialmente quanto à velocidade de secagem.

A densidade básica da madeira verificada no experimento foi de  $0,63 \text{ g cm}^{-3}$ , valor notavelmente superior ao encontrado por Motta et al. (2014), que referiram para *Hovenia dulcis* densidade de  $0,58 \text{ g cm}^{-3}$ , esta diferença, pode ser atribuída, possivelmente a idade do material em estudo (25 anos). Contudo, embora considerada pela literatura como tendo média densidade, a espécie em questão foi, de maneira geral, de fácil secagem.

Verifica-se que a taxa de secagem (Tabela 1) foi influenciada significativamente pelos tratamentos e pela duração dos mesmos. O congelamento por 24 h proporcionou a maior taxa de secagem, porém não diferenciando ( $p > 0,05$ ) do tratamento de 12 horas, bem como da testemunha.

De maneira geral, os tratamentos de congelamento proporcionaram as maiores taxas de secagem em relação aos de aquecimento em água. Porém, a testemunha não teve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) em relação aos tratamentos de congelamento e aquecimento. Corroborando o estudo, Vivian et al. (2010) ao conduzirem tratamentos de secagem em *Hovenia dulcis*, verificaram que o congelamento proporcionou os maiores valores de taxa de secagem, em ambos os tratamentos de 12 e 24 horas.

Tabela 1. Taxa de Secagem média da madeira de *Hovenia dulcis* em função dos tratamentos

| Tratamento       | Taxa de Secagem $[(\text{g cm}^{-2} \text{ h}) \times 10^3]$ |
|------------------|--|
| Aquecimento 12h  | 4,001 b  |
| Aquecimento 24h  | 3,9042 b   |
| Congelamento 12h | 5,0688 a   |
| Congelamento 24h | 5,9858 a   |
| Testemunha       | 4,8876 ab  |

Médias nas colunas, seguidas por uma mesma letra minúscula, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

Para Glossop (1994) há uma tendência de aumento na taxa de secagem da madeira de *Eucalyptus marginata* Sm. e *Eucalyptus diversicolor* F. Muell. ao utilizarem o tratamento em água quente em um programa suave, com temperatura inicial de  $30^\circ\text{C}$  e final de  $50^\circ\text{C}$ .

Sobre aos efeitos resultantes dos tratamentos térmicos, há inferências de que estes possam modificar propriedades intrínsecas da madeira. Ilic (1999) encontrou alterações na estrutura das membranas de pontoações e a ruptura de algumas paredes celulares com o congelamento de *Ochroma lagopus* Sw., o que acelerou o processo de secagem. Fato que pode ser reportado igualmente para a madeira avaliada nesse trabalho, posto que, o tratamento de congelamento em ambos os tempos de duração, 12 e 24 horas, apresentaram maiores taxas de secagem.

O tratamento de congelamento a 24 h com as amostras orientadas tangencialmente (Tabela 2) proporcionou a maior

**Tabela 2.** Taxa de secagem média em função dos tratamentos e orientação da madeira de *Hovenia dulcis*

| Tratamento       | Taxa de Secagem [(g cm <sup>-2</sup> h) x 10 <sup>3</sup> ] |             |
|------------------|---|-------------|
|                  | Radial  | Tangencial  |
| Aquecimento 12h  | 4,0589 b A  | 3,9425 b A  |
| Aquecimento 24h  | 3,9205 b A  | 3,8878 b A  |
| Congelamento 12h | 4,8698 ab A   | 5,2649 ab A |
| Congelamento 24h | 5,3436 ab A   | 6,2281 a A  |
| Testemunha       | 4,5527 ab A   | 5,2225 ab A |

Médias nas colunas, seguidas por uma mesma letra minúscula ou nas linhas, por uma mesma letra maiúscula, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

taxa de secagem. Segundo das amostras tangenciais submetidas ao congelamento por 12 h, das testemunhas orientadas tangencialmente e radialmente e das amostras radiais nos tratamentos de 12 e 24 h de congelamento. Erickson et al. (1966) observaram que no congelamento houve redução da taxa de secagem da madeira de *Lithocarpus densiflorus* (Hook. & Arn.) Rehd. e um aumento na taxa de secagem para a *Juglans nigra*, demonstrando que o tratamento de congelamento mostrou ser eficiente, no entanto, os resultados estão condicionados a madeira avaliada.

O congelamento tende a aumentar a permeabilidade da madeira e, assim, o fluxo de líquido no interior do material, o que resulta em aumento na taxa de secagem, particularmente no início do processo até o ponto de saturação das fibras (Glossop, 1994), também é responsável pelo surgimento de microfissuras na parede celular e desobstrução de vasos ou traqueídeos. Isto ocorre, pois a água quando congelada causa uma expansão no volume do lume celular causando uma tensão de compressão na parede celular, tornando a célula mais rígida e menos suscetível aos fenômenos de contração.

As menores taxas de secagem foram observadas nos tratamentos de aquecimento a 12 e 24 h para ambas as orientações das amostras. O aquecimento de maneira geral reduziu a taxa de secagem. Rezende et al. (2015), com o tratamento de vaporização obtiveram resultados satisfatórios para a madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, no qual, verificaram um incremento na velocidade de secagem em relação às amostras não tratadas.

A contração no sentido longitudinal, ou seja, no comprimento da peça, situou-se no intervalo de 0,05 e 1,0%, considerada pouco expressiva, conforme citado por Durlo & Marchiori (1992). As médias da contração em comprimento (entre 0,23 e 0,37%) não se diferenciaram significativamente ( $p > 0,05$ ).

A contração em largura, espessura e comprimento não apresentaram diferenças nos tratamentos, demonstrando que os mesmos não influenciaram nas contrações (Tabela 3). Porém, a contração volumétrica foi menor na testemunha, não diferindo dos tratamentos de congelamento de 12 e 24 h, do que nos

tratamentos de aquecimento em água por 12 e 24 h, em que a contração em volume foi maior.

Cooper (1972) afirmou que o congelamento reduz a contração de *Prunus serotina* Ehrh., *Ulmus americana* L. e *Quercus alba* L. Porém, os autores argumentam que, embora com a aplicação do congelamento, a redução da contração não apresentou valores expressivos.

Apesar dos tratamentos não terem se diferenciado estatisticamente nas contrações em largura, espessura e comprimento, pôde-se observar que, de maneira geral, as amostras submetidas ao congelamento apresentaram menores contrações. Ilic (1995) sugere que o principal mecanismo responsável pela redução da contração por meio do congelamento, seja a migração da umidade da parede celular para a água congelada no lume da célula.

Quanto ao fator anisotrópico, determinado como sendo a relação entre a retratibilidade na direção tangencial, dividida pela mesma propriedade na direção radial, mostrou-se semelhantes nos tratamentos de secagem aplicados, e as suas médias não diferiram estatisticamente (Tabela 4).

As médias do fator de anisotropia verificados no estudo para a madeira de *Hovenia dulcis* ficaram entre 0,82 e 1,64. Para Oliveira et al. (2010), a situação ideal, porém, raramente encontrada, seria aquela na qual as tensões decorrentes da natureza anisotrópica se anulariam segundo as direções em que a retratibilidade se manifestasse.

Os valores médios do fator anisotrópico encontrado para esse estudo, situados entre 0,82 e 1,64, caracterizam a madeira de maneira geral como excelente, de acordo com o índice determinado por Durlo & Marchiori (1992). A importância desse índice no entanto, é que, quanto maior for o seu distanciamento da unidade, mais propensa será a madeira a fendilhar e empenar durante as alterações dimensionais provocadas pela variação higroscópica (Oliveira et al. 2010).

Não foi verificada em nenhuma das amostras a presença de rachaduras de topo ou de superfície, demonstrando que para a madeira de *Hovenia dulcis* os tratamentos de secagem utilizados foram pouco significativos nesse quesito, já que a madeira apresenta-se naturalmente de boa qualidade para secagem.

**Tabela 4.** Fator de anisotropia da madeira de *Hovenia dulcis* nos diferentes tratamentos

| Tratamentos      | Fator de Anisotropia |
|------------------|----------------------|
| Aquecimento 12h  | 0,91 a               |
| Aquecimento 24h  | 1,05 a               |
| Congelamento 12h | 1,64 a               |
| Congelamento 24h | 0,82 a               |
| Testemunha       | 0,88 a               |

Médias nas colunas, seguidas por uma mesma letra minúscula, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

**Tabela 3.** Contração da madeira de *Hovenia dulcis* depois de ser submetida aos tratamentos

| Tratamento       | Contração da madeira (%) |           |             |             |
|------------------|--------------------------|-----------|-------------|-------------|
|                  | Largura                  | Espessura | Comprimento | Volumétrica |
| Aquecimento 12h  | 5,31 a                   | 6,75 a    | 0,37 a      | 11,34 a     |
| Aquecimento 24h  | 5,57 a                   | 6,06 a    | 0,27 a      | 10,90 a     |
| Congelamento 12h | 4,04 a                   | 5,95 a    | 0,27 a      | 9,83 ab     |
| Congelamento 24h | 4,01 a                   | 5,03 a    | 0,23 a      | 8,67 b      |
| Testemunha       | 4,03 a                   | 4,62 a    | 0,30 a      | 8,40b       |

Médias nas colunas, seguidas por uma mesma letra minúscula, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

Ao analisar o índice de rachaduras de topo (IRT) para *Hovenia dulcis*, Susin et al. (2014) verificaram que, em ambos os métodos de secagem aplicados (ao ar livre e estufa solar), ocorreram baixos índices desse defeito. De acordo com a Norma Brasileira Regulamentadora - NBR 9487, da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (1986) utilizada pelos pesquisadores, nenhuma peça foi classificada como defeituosa.

Destaca-se neste estudo que, a ausência dos defeitos de rachaduras de topo e de superfície, pode ser explicada em decorrência da madeira avaliada possuir fator anisotrópico médio entre 0,82 e 1,64, caracterizando a *Hovenia dulcis* como excelente quanto a qualidade da madeira no processo de secagem. Esta baixa incidência de defeitos de secagem, torna a espécie indicada para usos múltiplos no setor madeireiro.

## Conclusões

Todos os tratamentos influenciaram na taxa de secagem, o de congelamento acelerando o processo, enquanto o de aquecimento em água, diminuindo.

Os tratamentos não promoveram a redução das contrações nas amostras em largura, espessura e comprimento. Porém, a contração volumétrica foi menor no congelamento e na testemunha em relação ao aquecimento.

O aquecimento em água foi insatisfatório para a madeira de uva-do-Japão, influenciando de modo negativo na taxa de secagem.

A madeira de *Hovenia dulcis* não apresentou rachaduras de topo ou de superfície em nenhum dos tratamentos utilizados neste estudo, assinalando que se trata de uma espécie de ótima qualidade, no que se refere aos defeitos de secagem.

## Literatura Citada

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. NBR 9487: Classificação da madeira serrada de folhosas. Rio de Janeiro: ABNT, 1986. 32 p.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. NBR 7190: projeto de estruturas de madeira. Anexo B - Determinação das propriedades das madeiras para projetos de estruturas. Rio de Janeiro: ABNT, 1997. 107p.

Chen, P.Y.S.; Cooper, G.A. The effect of prefreezing on permeability of black walnut to water. *Wood Science*, v.6, n.4, p.389-93, 1974.

Choong, E.T.; Shupe, T. F.; Chen, Y. Effect of steaming and hot-water soaking on extractive distribution and moisture diffusivity in southern pine during drying. *Wood and Fiber Science*, v.31, n.2, p.143-150, 1999. <<http://wfs.swst.org/index.php/wfs/article/view/1347/1347>>. 10 Out. 2015.

Comisión Panamericana de Normas Técnicas - COPANT. COPANT 30:1-004: maderas - método de determinación del peso específico aparente. Caracas: COPANT, 1971. 7p.

Comisión Panamericana de Normas Técnicas - COPANT. COPANT 30:1-005: maderas - método de determinación de la contracción. Caracas: COPANT, 1971. 5p.

Cooper, G.A. Prefreezing reduces shrinkage and alters sorption in black walnut. *Forest Products Journal*, v.22, n.5, p.54-60, 1972.

Durlo, M.A.; Marchiori, J. N. C. Tecnologia da madeira: retratabilidade. Santa Maria: CEPEF/FATEC, 1992, 33p.

Erickson, R.W. Haygreen, J.; Hossfeld, R. Drying prefrozen redwood. *Forest Products Journal*, v.16, n.8, p.57-65, 1966.

Glossop, B.R. Effect of hot-water soaking or freezing pre-treatments on drying rates of two eucalypts. *Forest Products Journal*, v.44, n.10, p.29-32, 1994.

Ilic, J. Advantages of prefreezing for reducing shrinkage-related degrade in eucalypts: general considerations and review of the literature. *Wood Science and Technology*, v.29, n.4, p.277-284, 1995. <<http://dx.doi.org/10.1007/BF00202087>>.

Ilic, J. Influence of prefreezing on shrinkage-related degrade in *Eucalyptus regnans* F. Muell. *Holz als Roh und Werkstoff*, v.57, p.241-245, 1999. <<http://dx.doi.org/10.1007/s001070050049>>.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT. Divisão de madeiras. Madeira: o que é e como pode ser processada e utilizada. São Paulo: ABPM, 1985. 189p. (Boletim ABPM, 36).

Clitzke, R.J.; Batista, D. C. Ensaio de taxa de secagem e escore de defeitos para a predição da qualidade de secagem convencional da madeira de *Eucalyptus*. *Scientia Florestalis*, v. 38, n. 85, p. 97-105, 2010. <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr85/cap09.pdf>>. 01 Out. 2015.

Motta, J.P.; Oliveira, J.T.S.; Braz, R.L.; Duarte, A.P.C.; Alves, R.C. Caracterização da madeira de quatro espécies florestais. *Ciência Rural*, v.44, n.12, p.2186-2192, 2014. <<http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20130479>>.

Oliveira, J.T.; Tomazello, M.F.; Fiedler, N.C. Avaliação da retratabilidade da madeira de sete espécies de *Eucalyptus*. *Revista Árvore*, v.34, n.5, p.929-936, 2010. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622010000500018>>.

Rezende, N.R.; Lima, J.T.; Ramos, L.E.; Silva, J.R.M. Efeito da vaporização na secagem de tábuas de *Eucalyptus grandis*. *Cerne*, v. 21, n. 1, p.37-41, 2015. <<http://dx.doi.org/10.1590/01047760201521011546>>.

Selle, G.L.; Fleig, F.D.; Vuaden, E.; Albernar, D.L.A.J.; Braz, E.M. Índices de sítios para *Hovenia dulcis* Thunberg na região central do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Ciência Florestal*, v. 19, n. 4, p. 407-423, 2009. <<http://dx.doi.org/10.5902/19805098896>>.

Susin, F.; Santini, E.J.; Stangerlin, D.M.; Moraes, W.C.; Melo, R.R. Taxa de secagem e qualidade da madeira serrada de *Hovenia dulcis* submetida a dois métodos de secagem. *Floresta e Ambiente*, v. 21 p. 243-250. 2014. <<http://dx.doi.org/10.4322/floram.2014.016>>.

Takeshita, S.; Jankowsky, I.P. Redução na movimentação dimensional da madeira de jatobá (*Hymenaea* sp.) e muiracatiara (*Astronium* sp.) submetidas a tratamento térmico adicional. *Scientia Forestalis*, v. 43, n. 106, p. 345-352, 2015. <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr106/cap10.pdf>>. 18 Set. 2015.

Vivian, A.; Modes, K.S.; Beltrame, R.; Souza, J.T.; Stangerlin, D.M.; Moraes, W.W.C.; Santini, E.J. Influência do tratamento térmico nos defeitos de secagem da madeira de *Hovenia dulcis* Thunb. *Ciência da Madeira*, v. 2, n. 1, p. 15-28, 2011. <<http://dx.doi.org/10.12953/2177-6830.v02n01a02>>.

Vivian, A.; Beltrame, R.; Modes, K.S.; Souza, J.T.; Stangerlin, D.M.; Gatto, D.A.; Santini, E.J. Efeito de pré-tratamentos na taxa de secagem da madeira de *Hovenia dulcis* Thunb. *Ciência da Madeira*, v. 1, n. 2, p. 32-43. 2010. <<http://dx.doi.org/10.12953/2177-6830.v01n02a03>>.